

滄水水库鳊鱼 (*Elopichthys bambusa*) 生长规律的研究

王 东 田见龙

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 沙市)

摘 要

本文对滄水水库鳊鱼的生长及其利用进行了分析研究, 结果表明: 1. 该种鱼生长快, 离渔生长时间长, 可连续5年每年生长6kg以上; 2. 雌、雄鱼体长与体重生长分别适合Von Bertalanffy的生长公式: $L = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$ 和 $W = W_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})^3$; 3. 雌鱼体重生长速度快于雄鱼, 体长生长无明显差别; 4. 建议大中型水体中的鳊鱼与其它鱼类群落体重之比控制在3—5%为宜。

关键词: 鳊鱼, 生长速度, 水库。

鳊鱼是我国重要经济鱼类之一^[1,2], 在淡水渔业上占有一定地位。鳊鱼生长方面的研究, 过去做得很少, 仅有少数简单报道^[3-5]。为了合理利用鳊鱼资源, 1980—1981, 在湖北省滄水水库就此进行了调查研究。现就研究方法和结果分述如下:

一、材料与方法

1980—1981年间, 在湖北省滄水水库随机取样鳊鱼229尾, 其中雌鱼103尾, 雄鱼126尾, 体长400—1400mm, 体重0.7—35.0kg。

鱼体各部分名称及测量方法, 均按国家统一制定的标准为依据。以鳞片的侧区测量鳞径和轮距^[6]。根据体长与鳞长观测数据, 选择了十分理想的回归模型:

$$L = a + bR + cR \sin(R + 10) \quad (1)$$

用加权平均计算各龄鱼平均鳞径。采用

$$W = aL^b \quad (2)$$

建立体重与体长关系。

用公式(1)推算各龄鱼体长, 公式(2)推算各龄鱼体重。再用各龄体长、体重建立Von Bertalanffy生长方程, 据此研究其生长变化规律, 体长体重生长速度与加速度, 雌雄鱼性腺成熟时间。

二、结果与讨论

1. 各龄鱼鳞长计算

在研究的样品中, 各龄鱼的样品数有的多, 有的少, 数量不等; 对总体贡献也就不等。

*参加野外调查工作的还有邹建国同志, 特此致谢。
本文于1988年6月9日收到。

按过去采用算术平均计算各龄鱼平均鳞长,见表1。我们认为此法欠佳,因为各龄鱼的样品数不等,测得各龄鱼的鳞长的可靠性也就不同。

表1 流水水库鳊鱼年龄与鳞长
Table 1 The age and the scale length of *Elogichthys bambusa* in Weishui Reservoir

性别	鱼龄	标本数	鳞 长							R
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	
			(mm)							
雌 鱼	1 ⁺	36	2.11							3.35
	2 ⁺	31	1.85	3.73						4.85
	3 ⁺	19	2.11	4.17	5.46					5.84
	4 ⁺	7	1.96	4.03	5.96	7.16				7.36
	5 ⁺	7	2.04	4.34	6.53	7.26	8.01			8.19
	6 ⁺	3	2.07	4.47	6.60	7.37	8.03	8.50		8.60
	7 ⁺	1	2.20	4.70	6.08	7.50	8.00	8.50	8.70	8.80
平 均 鳞 长			2.05	4.24	6.27	7.32	8.01	8.50	8.7	
雄 鱼	1 ⁺	32	2.05							3.61
	2 ⁺	44	1.83	3.61						4.43
	3 ⁺	29	1.75	3.74	4.60					5.12
	4 ⁺	7	1.90	3.91	5.79	6.70				6.90
	5 ⁺	6	2.05	4.18	6.26	6.93	7.50			7.77
	6 ⁺	7	2.04	4.24	6.24	6.97	7.47	7.93		8.14
	7 ⁺	1	2.00	4.30	6.20	7.00	7.50	8.00	8.40	8.60
平 均 鳞 长			1.95	4.00	5.82	6.90	7.49	7.97	8.40	
雌和雄	1 ⁺	67	2.08							3.67
	2 ⁺	75	1.84	3.66						4.52
	3 ⁺	48	1.87	3.91	4.94					6.40
	4 ⁺	14	1.93	3.97	5.87	6.93				7.13
	5 ⁺	13	2.05	4.27	6.40	7.11	7.78			7.99
	6 ⁺	10	2.05	4.31	6.35	7.09	7.64	8.10		8.28
	7 ⁺	2	2.10	4.50	6.60	7.25	7.75	8.25	8.55	8.70
平 均 鳞 长			1.99	4.10	6.01	7.10	7.72	8.08	8.55	

例如: 1⁺龄鱼50尾, 测得其1龄时平均鳞长为2.05mm, 3⁺龄鱼2尾, 测得其1龄时平均鳞长2.35mm, 显然, 2.05mm比2.35mm作为1龄鱼的鳞长更可靠。按过去的方法计算, 这52尾鱼1龄时的平均鳞长为 $(2.05 + 2.35) \div 2 = 2.20\text{mm}$, 若按加权平均计算则为 $(2.05 \times 50 + 2.35 \times 2) \div 52 = 2.06\text{mm}$ 。由此可知, 2.06mm比2.20mm作为这52尾鱼1龄时的鳞长更合理一些。因此本文采用加权平均计算各龄鱼的鳞长(结果见表2)。

2. 体长与鳞长关系

鳊鱼体长与鳞长变化很有规律(见图1)。

在 VICTOR-9000 微计算机上用回归分析程序系统软件求得体长与鳞长的回归方程:

$$\begin{aligned} \text{雌 鱼 } L &= 6.74 + 162.39R + 15.67R\sin(R + 10) & (3) \\ r &= 0.997 & F = 5436 \end{aligned}$$

$$\text{雄 鱼 } L = -122.57 + 183.97R + 22.1R\sin(R + 10) \quad (4)$$

$$r = 0.994 \quad F = 2684$$

$$\text{雌和雄鱼 } L = 116.33 + 181.99R + 19.43R\sin(R + 10) \quad (5)$$

$$r = 0.978 \quad F = 1677$$

这里 r 为相关系数, F 为统计量(下同), L ——体长, R ——鳞长, L 和 R 的单位均为mm。(3)——(5)式适用范围 $3\text{mm} \leq R \leq 9\text{mm}$ 。因1龄鳊鱼的鳞长约1.9mm,因此,不能用上述回归方程推算1龄鱼的龄长。为此,还建立了雌雄鱼体长与鳞长的直线回归方程:

$$L = 146.27 + 137.87R$$

$$r = 0.98 \quad F = 2889 \quad (6)$$

$$L = 67.15 + 149.14R$$

$$r = 0.92 \quad F = 718 \quad (7)$$

$$L = 105.84 + 143.29R$$

$$r = 0.95 \quad F = 2119 \quad (8)$$

回归方程(6)——(8)式,虽然没有(3)——(5)式的回归效果好,但关系仍然十分显著,可适当外延而不带来太大的误差。因此,用(6)——(8)式推算1龄鱼体长,用(3)——(5)式推算其余各龄的体长。

表 2 澧水水库各龄平均鳞长

Table 2 The average length of the scale of each age of *E. bambusa* in Weishui Reservoir

鱼 龄	雌 鱼		雄 鱼		合 计	
	标本数 (尾)	平均鳞长 (mm)	标本数 (尾)	平均鳞长 (mm)	标本数 (尾)	平均鳞长 (mm)
1	103	2.02	126	1.89	229	1.95
2	68	4.00	94	3.76	162	3.88
3	37	5.88	50	5.22	87	5.51
4	18	7.25	21	6.87	39	7.05
5	11	8.02	14	7.49	25	7.72
6	4	8.50	8	7.94	12	8.13
7	1	8.70	1	8.40	2	8.55

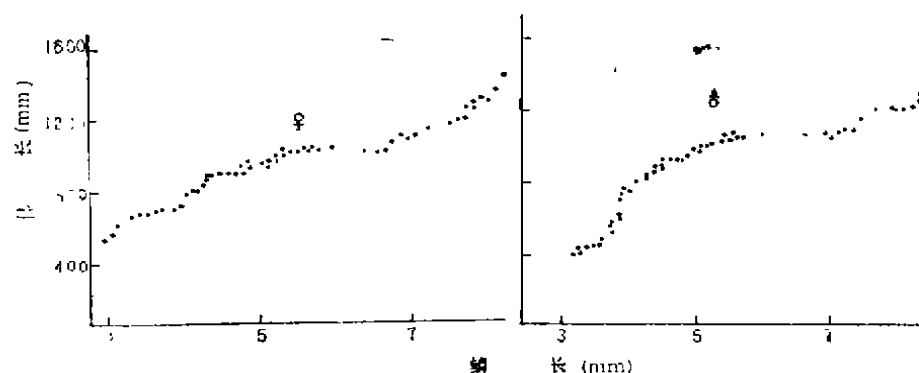


图 1 鳊鱼体长与鳞长散点图

Fig. 1 The relationship between the body length and the scale length of *E. bambusa*

3. 体重与体长关系

采用 $W = aL^b$ 模型对体重(W)与体长(L)关系进行回归分析,求得雌雄鱼的体长、体重关系式如下:

$$\text{雌 鱼 } W = 6.32 \times 10^{-6} L^{3.124} \quad (r = 0.99 \quad F = 3628) \quad (9)$$

$$\text{雄 鱼 } W = 5.61 \times 10^{-6} L^{3.127} \quad (r = 0.99 \quad F = 6631) \quad (10)$$

$$\text{雌和雄 } W = 5.67 \times 10^{-6} L^{3.136} \quad (r = 0.99 \quad F = 9045) \quad (11)$$

4. 生长指标

生长指标(ID)是反映鱼类各时期体长生长快慢的一个重要参数,用公式

$$ID = L_i (\ln L_{i+1} - \ln L_i)$$

计算, L_i 表示第 i 龄鱼的体长, 各龄鱼体长用 Von Bertalanffy 体长生长公式 $L = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$ 推算。计算结果见表 3。流水水库鳊鱼雌雄生长指标差不多, 雌鱼略大些。性腺成熟前的生长指标比成熟后大得多, 即性腺成熟前(4 龄以前)鱼体生长较快。

表 3 流水水库鳊鱼生长指标

Table 3 The growth index of *E. bambusa* in Weishui Reservoir

雌 鱼				雄 鱼		
鱼 龄 (年)	体 长 (cm)	生长指标	平均生长指标	体 长 (cm)	生长指标	平均生长指标
1	41.33			35.00		
2	71.06	22.40	19.16	63.09	20.62	18.18
3	93.54	19.53		84.63	16.53	
4	110.63	15.61		101.16	15.10	
5	123.38	12.16	9.56	113.83	11.94	9.50
6	133.08	9.34		123.55	9.33	
7	140.42	7.14		131.00	7.23	

5. 生长

(1) 生长方程用公式(3)——(8)与表 2 推算各龄鱼体长, 用(9)——(11)推算各龄鱼体重, 并以此建立生长方程。

$$L = 163.16(1 - e^{-0.2798(t+0.0441)}) \quad (12)$$

$$W = 66.52(1 - e^{-0.2798(t+0.0441)})^3 \quad (13)$$

$$L = 155.55(1 - e^{-0.2653(t-0.0389)}) \quad (14)$$

$$W = 51.59(1 - e^{-0.2653(t-0.0389)})^3 \quad (15)$$

$$L = 172.00(1 - e^{-0.2222(t+0.1660)}) \quad (16)$$

$$W = 75.67(1 - e^{-0.2222(t+0.1660)})^3 \quad (17)$$

上述公式中, 体重 W 和体长 L 的单位分别为 kg 和 cm。用(12), (14), (16)式推算各龄鱼体长, 用(13), (15), (17)推算各龄鱼体重, 由此得到的推算值与实测值十分吻合(表 4)。雌雄鱼体长生长曲线(图 2)十分接近, 说明鳊鱼雌雄群体体长无大的差异, 同

表 4 流水水库鳊鱼各龄的体长和体重的推算值与观测值的比较

Table 4 A comparison between calculated and observed values on the body length and body weight at successive ages of *Elopichthys bambusa* in Weishui Reservoir

性别	体 长			体 重	
	年 龄 (年)	观测值 (cm)	推算值 (cm)	观测值 (kg)	推算值 (kg)
雌 鱼	1	42.42	41.33	1.023	1.081
	2	71.98	71.06	5.321	5.496
	3	94.93	93.54	12.629	12.533
	4	107.44	110.63	18.593	20.679
	5	122.03	123.37	27.672	28.756
	6	134.61	133.08	37.594	36.097
	7	140.39	140.42	42.88	42.405
雄 鱼	1	34.95	35.00	0.505	0.528
	2	64.72	63.09	3.469	3.442
	3	89.41	84.63	9.532	8.310
	4	100.22	101.16	13.819	14.168
	5	109.28	113.83	17.855	20.217
	6	119.92	123.55	23.876	26.652
	7	134.23	131.00	33.969	30.620

龄, 雌鱼比雄鱼略长。雌鱼和雄鱼体重生长相差较大, 说明同龄雌鱼比雄鱼体重增长较快。

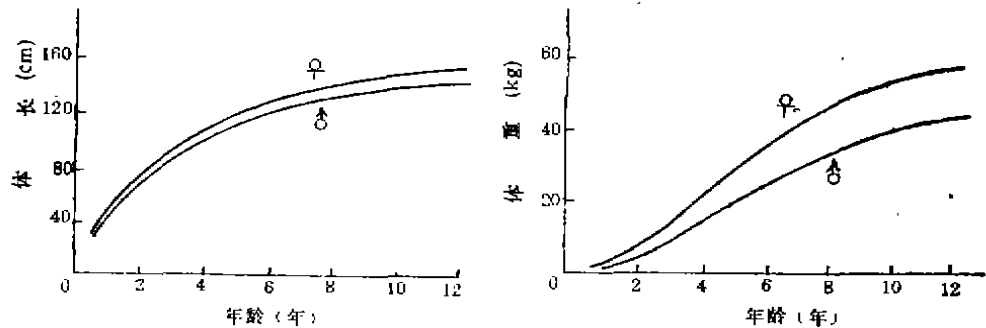


图 2 鳊鱼体长与体重生长曲线

Fig. 2 The growth curves in the body length and weight of *E. bambusa*

(2) 生长速度与加速度 对公式(12)、(14)、(16)分别求一阶导数和二阶导数^[7], 得到体长生长速度和加速度(见图3)。在5龄以前, 体长生长较快, 此后变慢。低龄时, 雌雄鱼体长生长加速度有点差别, 到高龄时就微乎其微了。对公式(13)、(15)、(17)分别求一阶导数和二阶导数^[7], 得到体重生长速度和加速度(见图4)。在性腺体成熟期间, 重生长

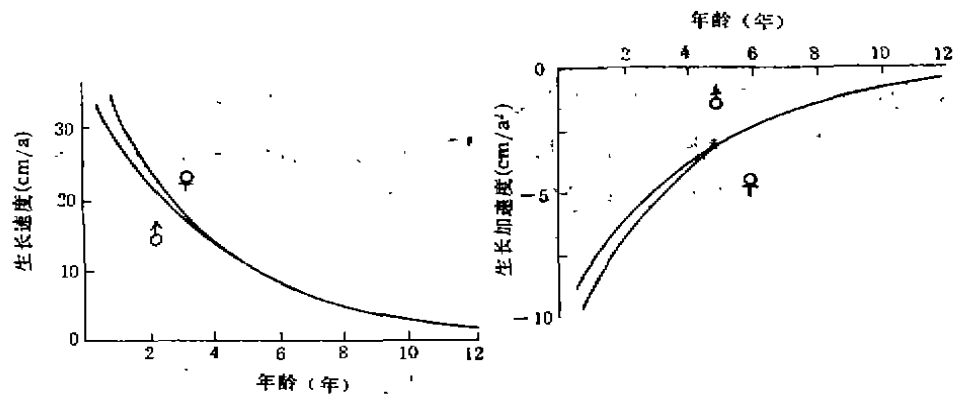


图 3 鳊鱼体长生长速度与加速度曲线

Fig. 3 The growth rate and acceleration curves in the body length of *E. bambusa*

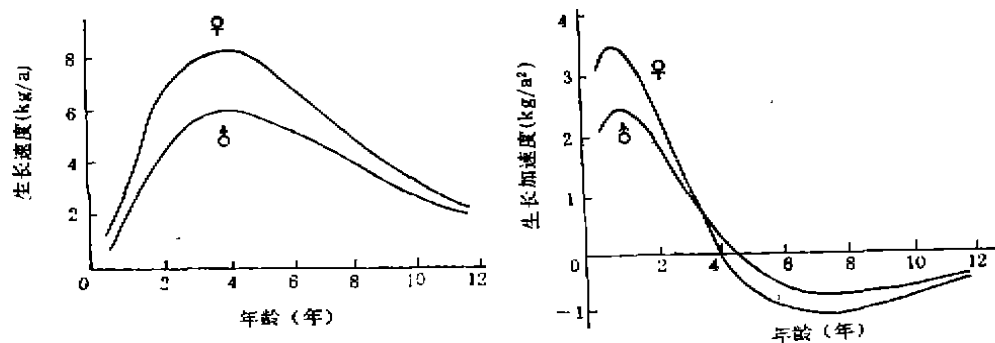


图 4 鳊鱼体重生长速度与加速度曲线

Fig. 4 The growth rate and acceleration curves in the body weight of *E. bambusa*

最快,持续时间长,雌雄鱼生长差异大。在2—5龄,滢水水库鳊鱼每年至少增长6kg。雌鱼体重最大增长速度 $V_{max} = 8.4\text{kg/a}$,雄鱼体重最大生长速度 $V_{max} = 6.2\text{kg/a}$ 。

上述研究表明,鳊鱼生长速度快,高速增长持续时间长,即使在性腺成熟后,体重仍保持较高的生长速度。在3—6龄期间,雌鱼每年增重不少于7kg,雄鱼不少于5.5kg。这是许多其它经济鱼类难以比拟的^[7,8]。

经我们对鳊鱼的多年观察研究,依据能量转换原理,建议大中型水体中的鳊鱼与其它鱼类群落体重之比,控制在3—5%之间,将起到调节水体鱼类群落结构,提高水体渔业生产力的积极作用。

参 考 文 献

- [1] 伍献文等, 1964, 《中国鲤科鱼类志》, 上卷, 第38—40页。上海科技出版社。
- [2] Nichols, J.T., 1943, The fresh-water fishes of China, Nat. Hist. Central Asia, (9):87.
- [3] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室, 1978, 《长江鱼类》, 第83—85页。科学出版社。
- [4] 新乡师范学院生物系鱼类志编写组, 1984, 《河南鱼类志》, 第30—31页。河南科技出版社。
- [5] 杨干荣, 1987, 湖北鱼类志, 第46—47页。湖北科技出版社。
- [6] Chu Y.T., 1935, Comparative study on the scales and on the pharyngeals and their teeth in Chinese Cyprinids, with particular reference to taxonomy and evolution. Biol. St. John's Univ. Shanghai, (2): 32—33.
- [7] 田见龙、王 东, 1989, 长江野生草鱼性状和生长的研究。河南师范大学学报 (2):60—64.
- [8] 陈马康等, 1984, 钱塘江几种经济鱼类的研究, 生态学报 4(2):181—186.

STUDIES ON THE GROWTH OF *ELOPICHTHYS BAMBUSA* AND ITS UTILIZATION IN FISHERIES IN WEISHUI RESERVOIR

Wang Dong Tian Jianlong

(Changjiang Fisheries Research Institute, Shashi)

This paper deals with the growth of *E. bambusa* and its utilization in fisheries in Weishui Reservoir, Hubei province. The results obtained are as follows:

1. The growth condition of *E. bambusa* in Weishui Reservoir is very well. The high speed growth lasts five years at a growth rate of more than 6 kg per year.

2. The growth by length and weight of *E. bambusa* from this reservoir may be expressed well by using of Von. Bertalanffy's equation as $L = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$ and $W = W_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})^3$, respectively.

3. The growth by weight of the female is faster than that of the male, but no difference have been found in the length growth between the female and male.

Key words: *Elopichthys bambusa*, age and growth, weishui reservoir.